

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-146000

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/44

H 0 4 L 11/00

3 4 0

H 0 4 B 10/20

H 0 4 J 3/00

U

H 0 4 J 3/00

3/16

Z

3/16

H 0 4 B 9/00

N

H 0 4 L 12/56

H 0 4 L 11/20

1 0 2 A

審査請求 有 請求項の数 6 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-320559

(22) 出願日

平成9年(1997)11月7日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 北島 克也

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

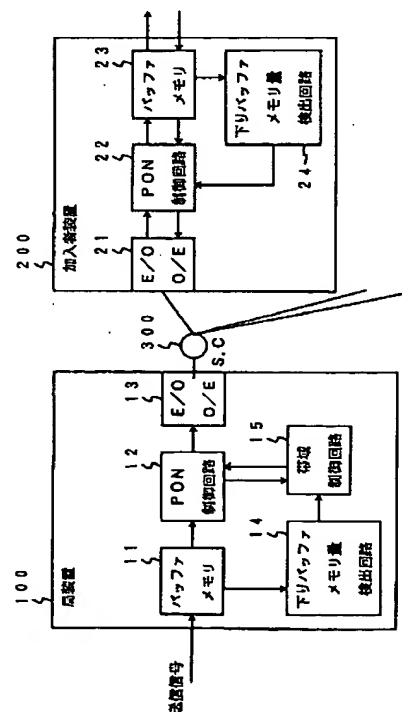
(74) 代理人 弁理士 高橋 友二

(54) 【発明の名称】 PON伝送システム及びその帯域割当方法

(57) 【要約】

【課題】 従来のPON伝送システムでは、各加入者装置との通信に固定帯域を割り当てているので、パケット通信の伝送効率が悪い等の問題がある。

【解決手段】 局装置100に設けられる第1の下りバッファメモリ量検出回路14と、各加入者装置200に設けられる第2の下りバッファメモリ量検出回路24と、この第2の下りバッファメモリ量検出回路24からのメモリ使用量検出情報を局装置100へ通信する手段と、局装置100に設けられ第1の下りバッファメモリ量検出回路14からの情報と第2の下りバッファメモリ量検出回路24からの情報とを常時入力して、これらの情報を基に、各加入者装置200へ割り当てる下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御する帯域制御回路15とを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM(Synchronous Transfer Mode)方式PON(PassiveOptical Network)伝送システムの帯域割当方法において、

前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末への通信を下りデータ通信とした場合、

前記局側回線終端装置は、自装置内に存在する前記各加入者装置への前記下り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記下り通信データ量の情報とを常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させることを特徴とするPON伝送システムの帯域割当方法。

【請求項2】 局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムの帯域割当方法において、

端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、

前記局側回線終端装置は、自装置内に存在する前記各加入者装置からの前記上り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記上り通信データ量の情報とを常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させることを特徴とするPON伝送システムの帯域割当方法。

【請求項3】 局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムの帯域割当方法において、

前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末への通信を下りデータ通信、前記端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、

前記局側回線終端装置は、自装置内に存在する前記各加入者装置への前記下り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記下り通信データ量の情報とを常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させ、

自装置内に存在する前記各加入者装置からの前記上り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記上り通信データ量の情報とを常時入力して、これらの情報を基に、各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させることを特徴とするPON伝送システムの帯域割当方法。

【請求項4】 局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM(Synchronous Transfer Mode)方式PON(PassiveOptical Network)伝送システムにおいて、

前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末

への通信を下りデータ通信とした場合、

前記局側回線終端装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第1の下りバッファメモリ量検出回路と、

前記各加入者装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第2の下りバッファメモリ量検出回路と、

この第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を前記局側回線終端装置へ通信する手段と、

前記局側回線終端装置に設けられ、前記第1の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御する帯域制御回路とを備えたことを特徴とするPON伝送システム。

【請求項5】 局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムにおいて、

端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、

前記局側回線終端装置に設けられ、前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第1の上りバッファメモリ量検出回路と、

前記各加入者装置に設けられ、前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第2の上りバッファメモリ量検出回路と、

この第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を前記局側回線終端装置へ通信する手段と、

前記局側回線終端装置に設けられ、前記第1の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御する帯域制御回路とを備えたことを特徴とするPON伝送システム。

【請求項6】 局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムにおいて、

前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末への通信を下りデータ通信とし、前記端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、

前記局側回線終端装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第1の下りバッファメモリ量検出回路と、

前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第1の上りバッファメモリ量検出回路

と、
前記各加入者装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第2の下りバッファメモリ量検出回路と、
前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第2の上りバッファメモリ量検出回路と、
前記第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と、前記第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報とを前記局側回線終端装置へ通信する手段と、
前記局側回線終端装置に設けられ、前記第1の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御し、前記第1の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御する帯域制御回路とを備えたことを特徴とするPON伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されるSTM(Synchronous Transfer Mode)方式のPON(Passive Optical Network)伝送システム及びその帯域割当方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電話のような低速サービスの提供には、メタリック回線を用いた伝送装置が使用されているが、近年、より効率的に又高速なサービスに柔軟に対応させる目的で光加入者系通信システムが導入されている。局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続される、光通信を用いたポイント・マルチポイント伝送方式における電話のような低速サービスの提供には、STM方式のPON伝送システムが実用化されている。

【0003】図1は、本発明の一実施形態を示すブロック図であるが、下りバッファメモリ量検出回路14、帯域制御回路15、下りバッファメモリ量検出回路24を除けば、従来のSTM方式のPON伝送システムの構成となるので、以下、図1を用いて従来のSTM方式のPON伝送システムを説明する。

【0004】図1において、100は局側回線終端装置(局装置)、200は加入者装置、300はスターカプラである。なお図1では省略しているが、加入者装置200はスターカプラ300を介して局装置100に複数

台が接続されたPONが構成されている。また局装置100において、11は局装置で送受信する通信データを一時的に蓄えておくためのバッファメモリであり、図1では1つのメモリしか図示していないが実際には加入者装置の数だけ備えている。12は送受信制御を行うPON制御回路、13は電気-光変換部である。また加入者装置200において、21は電気-光変換部、22は端末(図示せず)と局装置100との間の通信制御を行うPON制御回路、23は端末と局装置とで送受信する通信データを一時的に蓄えておくためのバッファメモリである。

【0005】次に動作について説明する。各加入者に送られる通信データは、局装置100内のそれぞれのバッファメモリ11に一時的に蓄えられ、PON制御回路12で各加入者装置200それぞれに同期的に割り当てられる時間帯に出力され、電気-光変換部13で光信号に変換され、スターカプラ300を介して各加入者装置200へ伝送される。加入者装置200では、同期して受信した通信データを電気-光変換部21で電気信号に変換し、PON制御回路22を介してバッファメモリ23に一時的に蓄えておき、端末の処理速度に対応させて端末へ送出する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来のSTM方式のPON伝送システムでは、各加入者装置とのデータ通信に対し、それぞれの加入者装置ごと固定の伝送時間帯を割り当てているが、サービスにコンピュータ通信が収容される場合にはパケット通信となり、パケット通信の場合、通信が行われていないときはその帯域が使用されないため効率的な伝送ができない。また伝送帯域を大きくし過ぎると受信データが加入者装置の処理能力を超えてバッファメモリに入りきらなくなり破棄されてしまう等の問題点があった。

【0007】本発明はかかる問題点を解決するためになされたものであり、各加入者装置への帯域割当をダイナミックに変化させて最適な割当を行い、破棄されるトラフィックを無くすと共にパケット通信を効率的に伝送できるSTM方式のPON伝送システム及びその帯域割当方法を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係わるPON伝送システムの帯域割当方法は、局側回線終端装置からスターカプラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM(Synchronous Transfer Mode)方式PON(Passive Optical Network)伝送システムの帯域割当方法において、前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末への通信を下りデータ通信とした場合、前記局側回線終端装置は、自装置内に存在する前記各加入者装置への前記下り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記下り通信データ量の情報とを常時入力し

て、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させることを特徴とする。

【0009】また、局側回線終端装置からスターカブラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムの帯域割当方法において、端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、前記局側回線終端装置は、自装置内に存在する前記各加入者装置からの前記上り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記上り通信データ量の情報とを常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させることを特徴とする。

【0010】また、局側回線終端装置からスターカブラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムの帯域割当方法において、前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末への通信を下りデータ通信、前記端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、前記局側回線終端装置は、自装置内に存在する前記各加入者装置への前記下り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記下り通信データ量の情報とを常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させ、自装置内に存在する前記各加入者装置からの前記上り通信データ量の情報と、前記各加入者装置内に存在する前記上り通信データ量の情報とを常時入力して、これらの情報を基に、各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに変化させることを特徴とする。

【0011】また本発明に係わるPON伝送システムは、局側回線終端装置からスターカブラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM(Synchronous Transfer Mode)方式PON(Passive Optical Network)伝送システムにおいて、前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末への通信を下りデータ通信とした場合、前記局側回線終端装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第1の下りバッファメモリ量検出回路と、前記各加入者装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第2の下りバッファメモリ量検出回路と、この第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を前記局側回線終端装置へ通信する手段と、前記局側回線終端装置に設けられ、前記第1の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御する

帯域制御回路とを備えたことを特徴とする。

【0012】また、局側回線終端装置からスターカブラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムにおいて、端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、前記局側回線終端装置に設けられ、前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第1の上りバッファメモリ量検出回路と、前記各加入者装置に設けられ、前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第2の上りバッファメモリ量検出回路と、この第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を前記局側回線終端装置へ通信する手段と、前記局側回線終端装置に設けられ、前記第1の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御する帯域制御回路とを備えたことを特徴とする。

【0013】さらに、局側回線終端装置からスターカブラを介して複数の加入者装置が接続されたSTM方式PON伝送システムにおいて、前記局側回線終端装置から前記加入者装置を介して端末への通信を下りデータ通信とし、前記端末から前記加入者装置を介して前記局側回線終端装置への通信を上りデータ通信とした場合、前記局側回線終端装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第1の下りバッファメモリ量検出回路と、前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第1の上りバッファメモリ量検出回路と、前記各加入者装置に設けられ、前記下り通信データが格納される下りバッファメモリの使用量を検出する第2の下りバッファメモリ量検出回路と、前記上り通信データが格納される上りバッファメモリの使用量を検出する第2の上りバッファメモリ量検出回路と、前記第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と、前記第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報とを前記局側回線終端装置へ通信する手段と、前記局側回線終端装置に設けられ、前記第1の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の下りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記下りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御し、前記第1の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報と前記第2の上りバッファメモリ量検出回路からのメモリ使用量検出情報を常時入力して、これらの情報を基に、前記各加入者装置へ割り当てる前記上りデータ通信の伝送帯域をダイナミックに制御する帯域制御回路とを備えたことを特徴とする。

【0014】本発明のPON伝送システム及びその帯域割当方法は上述のように構成されることにより、各加入者装置のトラフィック量を短時間で知り、効率的に帯域容量を変化させて帯域の有効利用が図れるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は、本発明のSTM方式のPON(Passive Optical Network)伝送システムの一実施形態を示すブロック図、図2は図1に示す局装置100の構成を示すブロック図、図3は図1に示す加入者装置200の構成を示すブロック図である。なお、STM(Synchronous Transfer Mode)方式とは、各加入者装置へ周期的に割り当てられる時間帯に当該加入者装置へ送信すべき通信データ(ビット)を入れることにより多重伝送する方式であり、ポイント・マルチポイントで伝送されるPONの代表的なものとしては、B-ISDN(広帯域ISDN)における各加入者装置と局装置の接続で、スターカプラを介して1本の光ファイバを16分割する、PDS(passive double star)方式が良く知られている。

【0016】図1～図3において、100は局装置、200は加入者装置、300はスターカプラである。なお図2に示すように、加入者装置200はスターカプラ300を介して局装置100に複数台(例えば16台)が接続されている。また局装置100において、11は局装置で送受信する通信データを一時的に蓄えておくためのバッファメモリであり、図2に示すように加入者装置200の数だけ備えている。12は送受信制御を行うPON制御回路、13は電気-光変換部である。

【0017】また14は下りバッファメモリ量検出回路(第1の下りバッファメモリ量検出回路とも言う)で、バッファメモリ11内の下り(局装置100から加入者装置200への)通信データメモリの使用量(蓄込量)により加入者装置200に送るべき通信データ量を検出する。15は帯域制御回路で、局装置100から送信すべき通信データがあり、且つ加入者装置200で、送信された通信データのうち、未処理の通信データが少ない加入者装置200へは帯域割当を多くし、未処理の通信データが多く残っている加入者装置200へは帯域割当を少なくするように、伝送帯域の割当をダイナミックに制御する情報をPON制御回路12に送出する。なお、図1、図2においては、通信データの流れを下り方向のみ図示しているが、上り方向の通信データも、電気-光変換部13→PON制御回路12→バッファメモリ11を介して外部へ伝送されることは言うまでもない。

【0018】また加入者装置200において、21は電気-光変換部、22は端末(図示せず)と局装置100との間の通信制御を行うPON制御回路、23は端末と局装置とに送受信する通信データを一時的に蓄えておくためのバッファメモリである。また、24は下りバッ

ファメモリ量検出回路(第2の下りバッファメモリ量検出回路とも言う)で、バッファメモリ23内の下り通信データメモリの使用量により、未だ端末で未処理の通信データ量を検出する。なお下りバッファメモリ量検出回路24で検出された未処理の通信データ量の情報は、PON制御回路22で上り信号のヘッダ部へ乗せられて局装置100へ伝送され、帯域制御回路15へ入力される構成となっている。

【0019】次に動作について説明する。各加入者装置200に送られる通信データは、局装置100内のバッファメモリ11に一時的に蓄えられる。そしてPON制御回路12を介して電気-光変換部13で光信号に変換され、スターカプラ300を介して加入者装置200へ伝送される。加入者装置200では、受信した通信データを電気-光変換部21で電気信号に変換し、PON制御回路22を介してバッファメモリ23に一時的に蓄えておき、各端末の処理速度に対応して端末へ伝送する。

【0020】また局装置100内の下りバッファメモリ量検出回路14では、各加入者装置200に送るべき通信データ量を検出され、この情報が帯域制御回路15へ入力される。また各加入者装置200内の下りバッファメモリ量検出回路24により、各加入者装置200で未処理の通信データ量を検出され、この情報が上り通信データのヘッダ部に乗せられて局装置100に送信され、局装置100の帯域制御回路15へ入力される。

【0021】帯域制御回路15では、これらの2つの情報を基にして、局装置100、各加入者装置200の各バッファメモリ量を集計し、各加入者装置200ごとの最適な伝送帯域の割当を決定する。すなわち、例えば図4に示すように、局装置100の下りバッファメモリに送信すべき通信データが書き込まれた使用メモリ領域が存在し、且つ加入者装置200の下りバッファメモリに未使用メモリ領域が存在する場合、当該未使用メモリの領域分、伝送帯域の割当が可能となる(これを割当帯域と仮称する)。従って帯域制御回路15では、各加入者装置200の割当帯域を常時検出し、各加入者装置200への伝送帯域の割り当てを、それぞれ割当帯域に比例して決定し、この情報(ONU割当情報)をPON制御回路12へ通知し、PON制御回路12はこの情報に従って伝送帯域の割当をダイナミックに変化させる。

【0022】従って局装置100から送信すべき通信データがあり、且つ加入者装置200で送信された未処理の通信データが少ない加入者装置200へは、大きな伝送帯域が割り当てられ、未処理の通信データが多く残っている加入者装置200へは小さな伝送帯域を割り当てることが可能となり、ダイナミックに変化させて最適な帯域割当を行うことができ、伝送効率の向上が図れると共に、加入者装置の処理能力を超えてバッファメモリに入りきらなくなり破棄されるトラフィックの発生を防止できるようになる。

【0023】図5は、本発明の他の実施形態を示すブロック図である。図1～図4に示す実施形態は、局装置100から加入者装置200への下りのデータ通信の制御について本発明を実施する場合について説明したが、加入者装置200から局装置100への上りのデータ通信においても同様な制御を行うことで、伝送効率の向上とパケット破棄の防止を図ることができる。すなわち加入者装置200の上りバッファメモリ量検出回路（第2の上りバッファメモリ量検出回路とも言う）25で端末からの上り通信データ量を常時検出してこの情報を局装置100の帯域制御回路15へ入力すると共に、局装置100の上りバッファメモリ量検出回路（第1の上りバッファメモリ量検出回路とも言う）16で外部へ送信する通信データ量を常時検出してこの情報を局装置100の帯域制御回路15へ入力する。そして帯域制御回路15では、加入者装置200の上りバッファメモリ量の使用量が大きく、局装置100の上りバッファメモリ量の使用量が少ない加入者装置200に対し大きな伝送帯域を割り当てることで、上りデータ通信の伝送効率の向上とパケット破棄の防止を図ることができるようになる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように本発明のPON伝送システム及びその帯域割当方法は、各加入者装置のデータ処理の状況に応じて帯域割当をダイナミックに変化させることができるので、帯域の有効利用が図れ、パケット通信を効率的に伝送できると共に、破棄され再送要求されるトラフィックを無くすることができる等の効果があ

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のSTM方式PON伝送システムの一実施形態を示すブロック図である。

【図2】図1に示す局装置100の構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示す加入者装置200の構成を示すブロック図である。

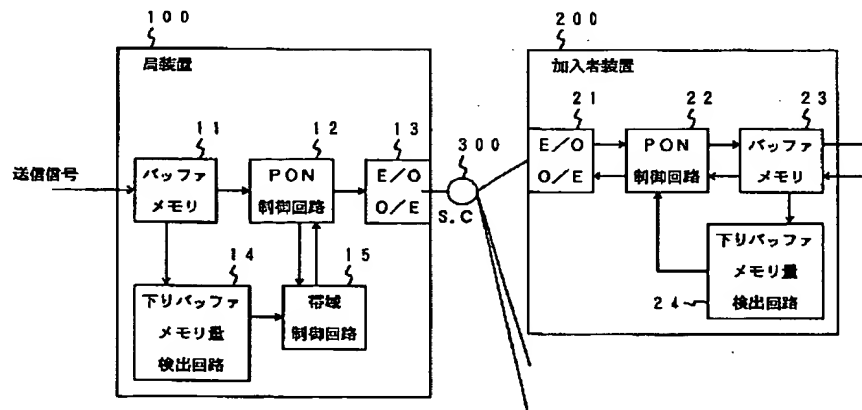
【図4】図1～図3に示す実施形態の帯域割当を説明するための図である。

【図5】本発明の他の実施形態を示すブロック図である。

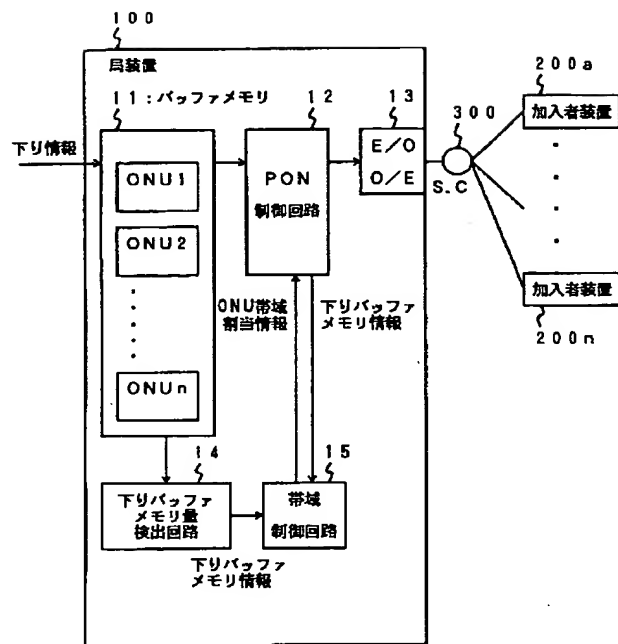
【符号の説明】

- 11 バッファメモリ
- 12 PON制御回路
- 13 電気-光変換部
- 14 第1の下りバッファメモリ量検出回路
- 15 帯域制御回路
- 16 第1の上りバッファメモリ量検出回路
- 21 電気-光変換部
- 22 PON制御回路
- 23 バッファメモリ
- 24 第2の下りバッファメモリ量検出回路
- 25 第2の上りバッファメモリ量検出回路
- 100 局装置
- 200 加入者装置
- 300 スターカプラ

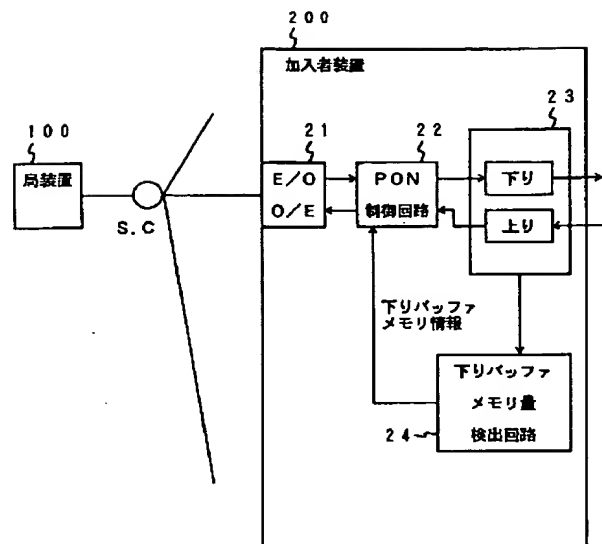
【図1】



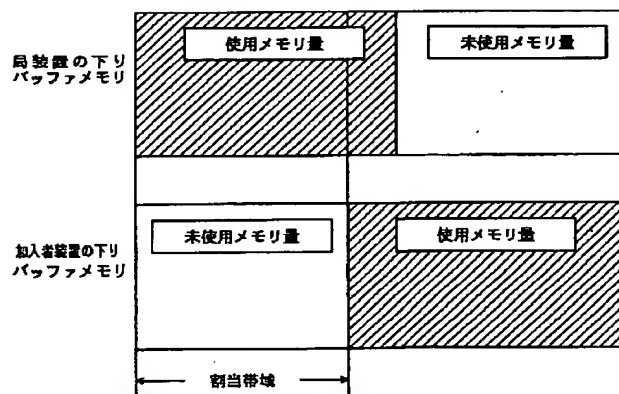
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

